

**EVALUASI HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU  
INDUK 150 KV GONDANGREJO**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**DEWA ARDHIKA RANDI**

**D400150145**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU  
INDUK 150 KV GONDANGREJO**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**DEWA ARDHIKA RANDI**

**D400150145**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**AGUS SUPARDI, ST.MT**

**NIK.883**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU INDUK 150  
KV GONDANGREJO**

**OLEH**

**DEWA ARDHICA RANDI**

**D400150145**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**

**Fakultas Teknik Elektro**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari Selasa, 13 Agustus 2019**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1. Agus Supardi, S.T, M.T**

**(Ketua Dewan Penguji)**

(.....)

**2. Jatmiko, Ir, M.T**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

(.....)

**3. Tindyo Prasetyo, S.T**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunariono, M.T, Ph.D**

**NIK.628**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 Januari 2020

Penulis



**DEWA ARDHIKA RANDI**

**D400150145**

# ANALISIS HASIL PEMELIHARAAN PEMISAH DI GARDU INDUK 150 KV GONDANGREJO

## Abstrak

Gardu induk merupakan suatu bagian dari sistem kelistrikan yang bekerja dalam mendistribusikan daya listrik dari 150 kV menjadi 20 kV untuk di distribusikan kepada konsumen. Pengoperasian gardu induk memiliki beberapa komponen guna menunjang kapasitas nya, salah satunya yaitu pemisah. Fungsi utama pemisah adalah sebagai saklar pemisah rangkaian listrik saat kondisi bertegangan atau tidak bertegangan tanpa arus beban. Agar keunggulan kinerja pemisah tetap terjaga, maka penting untuk dilaksanakannya perawatan sesering mungkin. Perawatan pemisah dengan melaksanakan pengujian seperti pengecekan kondisi fisik, pengukuran tahanan kontak, pengukuran tahanan isolasi, pengukuran tahanan pentanahan dan pengukuran suhu komponen peralatan. Tujuan dari penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui bagaimana keunggulan dan kelayakan pemisah pada gardu induk 150 kV Gondangrejo setelah dilaksanakan pengukuran dan pengujian. Pada pemisah *bay* Palur 1 gardu induk Gondangrejo mempunyai nilai tahanan isolasi yang bervariasi. Nilai terkecil dari tahanan isolasi *bay* Palur 1 di gardu induk Gondangrejo adalah 5.200 M $\Omega$ /kV, nilai tersebut masuk dalam kategori memenuhi standar yaitu  $\geq 1$  M $\Omega$ /kV.

**Kata Kunci:** Pemisah, pengecekan kondisi fisik, tahanan isolasi, tahanan pentanahan

## Abstract

The substation is part of an electrical system that functions to transform electrical power from 150 kV to 20 kV to be distributed to consumers. One of them is separator. The main function of the separator is as a switch separating the electrical circuit in a voltage or no voltage without load current. To continue to complete financial repairs need to be done regularly. Separator maintenance is carried out by carrying out tests such as checking physical conditions, measurement of contact resistance, measurement of insulation resistance, measurement of earth resistance and measurement of the temperature of equipment components. This research was conducted to learn how to solve the problem and test the 150 kV Gondangrejo substation after testing and testing. At the Palur 1 dividing bay the Gondangrejo substation has different insulation resistance values. The value of Palur 1 bay insulation resistance in the Gondangrejo substation won was 5,200 M $\Omega$  / kV, the value still met the standard of  $\geq 1$  M $\Omega$  / kV.

**Keywords:** Disconnecting switch, physical condition checking, isolation resistance, grounding resistance.

## 1. PENDAHULUAN

Pemeliharaan instalasi gardu induk sangat penting untuk mengoptimalkan fungsi peralatan, keselamatan pekerja dan penyaluran industri listrik.



Pemeliharaan peralatan gardu induk merupakan bagian penting dari manajemen untuk pembangkit listrik dan transmisi. Pemeliharaan peralatan jaringan memainkan peran penting dalam meningkatkan kesehatan perangkat dan menjamin keamanan jaringan listrik ( Cheng, et all, 2017 ).

*Disconnecting switch* atau juga yang disebut pemisah merupakan salah satu komponen penting yang ada di gardu induk. Meskipun struktur dan prinsip operasional dari pemisah relatif sederhana namun pemisah memainkan peranan penting di gardu induk dalam hal desain, konstruksi dan operasi yang aman ( Zhao, et all, 2017).

Pemeliharaan ditujukan untuk mencapai keandalan perangkat dengan cara meningkatkan pengoperasian peralatan dan mengurangi biaya pemeliharaan. Model pemeliharaan tersebut sangat penting karena dapat memberikan pemahaman yang lebih pada metode perawatan yang berbeda dengan menentukan pemeriksaan yang paling efektif dari segi biaya maupun frekuensi pemeliharaan. Tujuan dasar pemeliharaan seperti ini yaitu untuk mencapai keseimbangan optimal antara sumber daya dan manfaat pemeliharaan ( Idoniboyeobu, et all, 2018 ).

Mekanisme pemeliharaan ( *maintenance* ) pemisah di gardu induk dapat dilakukan seperti memeriksa isolasi dan tahanan kontak, mengontrol pemeriksaan motor dan pasokan listrik secara berkala, memberikan pelumas pada engsel pemisah, memeriksa semua mur, baut, klem dan bagian lain agar diperketat atau dikencangkan dan disesuaikan, serta isolator harus dibersihkan dan diperiksa apakah ada suatu keretakan atau tanda-tanda kerusakan lainnya ( Mary, et all, 2013 ).

Dalam pengoperasian distribusi listrik yang sebenarnya, *disconnecting switch* atau pemisah berada di bawah pengaruh lingkungan yang keras dan kondisi iklim yang kompleks. Pada saat terjadi peningkatan waktu pengoperasian yang lebih dari biasanya, terkadang sering terjadi *overheat*. Ketika menjadi *overheat* beban yang pada *switch* harus dibatasi. Kasus-kasus seperti ini dapat mempengaruhi keselamatan pengoperasian jaringan daya yang aman dan keandalan pasokan listrik ( Bufan, et all, 2017 ).

Pemisah yang mengalami kerusakan pastinya berpengaruh pada proses pemeliharaan, kemudian berdampak pada biaya tenaga kerja yang semakin meningkat. Maka pentingnya pemeliharaan (*maintenance*) pada alat komponen

hususnya pemisah harus dilakukan secara rutin dan teratur agar dapat memaksimalkan kinerja dan usia pemisah tersebut. Selain itu jika pemeliharaan komponen terkhususnya pemisah dilakukan dengan baik maka akan meminimalisir terjadinya gangguan ataupun kerusakan pada sistem distribusi listrik di gardu induk.

Pemeliharaan (*maintenance*) pemisah di gardu induk terbagi menjadi 3 macam yaitu inspeksi level 1 yaitu inspeksi atau pengecekan yang dilakukan dengan menggunakan panca indera dengan pelaksanaan periode tertentu dalam keadaan peralatan bertegangan. Pemeliharaan pemisah inspeksi level 2 yaitu inspeksi/pengecekan yang dilakukan dengan menggunakan alat uji atau alat ukur dalam pelaksanaan pada periode tertentu. Tahapan inspeksi level 2 menghasilkan gambaran lebih lanjut untuk justifikasi kondisi pemisah, serta menentukan pemeliharaan lebih lanjut. Inspeksi level 3 yaitu inspeksi/pengecekan yang dilakukan dengan cara *shut down* atau dibongkar. Inspeksi level 3 merupakan tahap akhir pada metode evaluasi pemeliharaan. Hasil inspeksi level 3 juga menghasilkan rekomendasi akhir tindak lanjut yang berupa *life extension program* dan *asset development plan*, seperti *retrofit* (rekondisi), *refurbish* (perbaikan), *replacement* (penggantian komponen) atau *reinvestment* (penggantian baru).

## **2. METODE**

### **2.1 Studi Literatur**

Langkah pertama peneliti menggabungkan berbagai referensi dari buku dan jurnal, serta referensi dari penelitian terdahulu yang berkesinambungan atau sebagai bahan acuan dalam menyelesaikan penelitian.

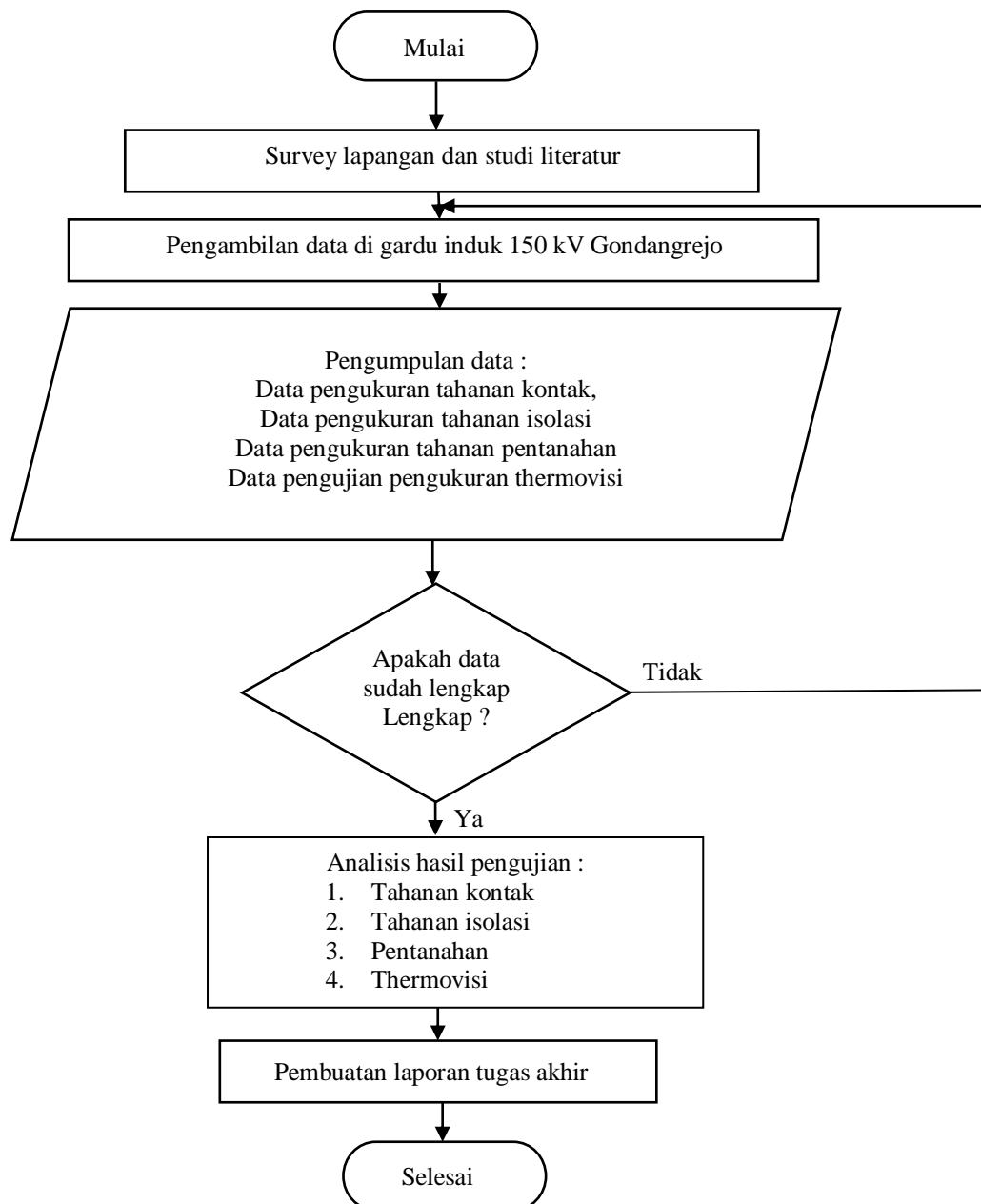
### **2.2 Pengambilan Data**

Langkah kedua peneliti mengakumulasi data-data yang ada sebagai acuan yang mampu mendukung penelitian ini. Pengukuran data harus sesuai dengan kebijakan yang telah ditentukan oleh pihak instansi terkait, yakni dengan memberikan proposal dan surat izin pengukuran data dari universitas. Jika sudah mendapatkan surat balasan dari pihak instansi terkait kemudian dilaksanakan proses pengukuran data yang sesuai dengan kepentingan atau

keperluan peneliti. Bahan atau data yang diperlukan yakni data pemeliharaan pemisah yang terdapat di gardu induk 150 kV Gondangrejo.

### 2.3 Analisis Data

Langkah ketiga yaitu peneliti melaksanakan pengkajian bahan atau data sesudah semua data yang diperlukan sudah terakumulasi. Bahan atau data yang diperoleh akan dikaji dengan menggunakan teori yang tersedia. Bahan atau data yang telah diukur secara manual tanpa menggunakan metode apapun, lalu data tersebut dianalisis oleh peneliti.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengecekan Kondisi Fisik

Pengecekan kondisi fisik merupakan pemeliharaan pemisah yang masuk ke bagian inspeksi level 1. Inspeksi level 1 merupakan pemeliharaan pemisah dengan panca indera yang dilakukan dalam keadaan peralatan bertegangan. Adapun peralatan pada pemisah yang di lakukan pengecekan antara lain :

Tabel 1. Hasil pemeliharaan peralatan pemisah

No	Peralatan yang di periksa	Kondisi awal	Kondisi akhir
1	Pentanahan (Grounding)		
	Kawat pentanahan	Normal	Normal
	Terminal pentanahan	Normal	Normal
2	Isolator		
	Kebersihan	Bersih	Bersih
	Retak/pecah	Tidak ada	Tidak ada
3	Stang Pemisah		
	Pisau-pisau	Normal	Normal
	kontak-kontak	Normal	Normal
4	Kekencangan Baut		
	Terminal utama	Kencang	Kencang
	Tangkai penggerak	Kencang	Kencang
5	Tangkai Penggerak		
	Keadaan sambungan	Baik	Baik
	Keadaan terkunci	Ya	Ya
6	Box Mekanik		
	Roda gigi	Baik	Baik
	Motor penggerak	Ya	Ya
	Kontak-kontak bantu	Bersih	Bersih
7	Pondasi		
	Keretakan	Tidak ada	Tidak ada
	Kemiringan	Tidak ada	Tidak ada

Dari hasil pengecekan peralatan pemisah gardu induk 150 kV Gondangrejo di atas dapat dilihat bahwa kondisi awal ataupun kondisi akhir pada pemisah didapatkan hasil yang cukup baik, dikarenakan tidak adanya kerusakan yang berarti, maka pemeriksaan pada pemisah perlu dilaksanakan secara rutin.

### 3.2 Pengukuran Tahanan Kontak

Tahanan kontak adalah tahanan yang berada diantara dua konduktor yang saling terhubung satu sama lain. Selain secara pemeliharaan secara fisik pemisah juga diukur tahanannya dengan menggunakan alat yang bernama mega ohm meter (megger).

Tabel 2. Hasil pengukuran tahanan kontak pemisah dengan standar 100 ampere

Bay	Fasa R ( $\mu\Omega$ )		Fasa S ( $\mu\Omega$ )		Fasa T ( $\mu\Omega$ )	
	2016	2018	2016	2018	2016	2018
Palur 1	33,4	28,8	21,7	11,8	9	11,4
Palur 2	8,7	7,8	8	5,9	17,5	14,1
Jajar 1	17,2	6,3	16,1	7,6	19,6	17,3

Perbedaan yang terjadi antara nilai tahanan kontak pada tahun 2016 dan nilai tahanan kontak tahun 2018 dapat disebabkan oleh beberapa macam hal antara lain seperti kebersihan kontak saat pengujian lalu kerapatan pada kontak saat pengukuran dan alat uji yang berbeda dapat mengakibatkan hasil nilai yang berbeda saat pengujian tahanan kontak. Sesuai dengan standar P3B, nilai maksimal tahanan kontak yang diperbolehkan yakni sebesar 50  $\mu\Omega$ . Dapat dilihat dari data yang ditampilkan pada tabel 2 bahwa hasil dari pengujian tahanan kontak yang terdapat pada *bay* Palur 1, *bay* Palur 2 dan *bay* Jajar 1 tidak terdapat hasil tahanan kontak yang melewati batas maksimal yakni 50  $\mu\Omega$ . Nilai tahanan kontak pada pemisah diminimalisir seminimum mungkin, karna nilai tahanan kontak yang lebih kecil dapat menghasilkan rugi daya yang lebih minim. Jika nilai tahanan kontak berada di bawah nilai standar yang diperbolehkan yakni 50  $\mu\Omega$ , maka tidak perlu melakukan perbaikan terhadap pemisah.

Setiap dalam kurun waktu tertentu pengujian tahanan kontak akan sangat dibutuhkan dalam setiap pemeliharaan supaya dapat diketahui nilai tahanan kontak pada pemisah. Dari hal tersebut maka dapat dilaksanakan reparasi atau pemugaran pada kontak pemisah jika hasil nilainya melebihi dengan standard yang ada. Reparasi atau pemugaran dapat dilaksanakan dengan mengerjakan pengecekan secara menyeluruh kepada kontak pemisah lalu kemudian

mengadakan uji ulang. Pergantian pada pemisah tidak perlu diadakan jika nilai tahanan kontakannya masih sesuai dengan standar yang telah ada.

### 3.3 Pengujian Tahanan Isolasi

Pengujian tahanan isolasi pemisah yaitu metode penilaian melalui alat ukur agar mendapatkan nilai tahanan isolasi pemisah antara *body (base plat)* yang ditanahkan dengan terminal utama tiap fasa. Pengujian tahanan isolasi dilaksanakan agar dapat mendeteksi dan menyadari secara dini nilai tahanan isolasi maupun kondisi isolasi/isolator pada pemisah. Alat ukur yang dipakai saat melaksanakan pengukuran tahanan isolasi yaitu *insulation tester 5 kV*.

Table 3. Hasil pengujian tahanan isolasi

Titik ukur	Fasa R (M $\Omega$ )		Fasa S (M $\Omega$ )		Fasa T (M $\Omega$ )	
	2016	2018	2016	2018	2016	2018
Atas - tanah	26.000	26.000	255.000	255.000	670.000	670.000
Tengah- tanah	170.000	170.000	170.000	160.000	180.000	170.000
Bawah - tanah	245.000	245.000	75.200	160.000	75.200	245.000

Berdasarkan tabel 3 nilai terendah tahanan isolasi yaitu 26.000 M $\Omega$ , sedangkan yang terbesar yaitu 670.000 M $\Omega$ . Terjadinya perbedaan nilai dari yang terendah hingga yang terbesar dikarenakan nilai isolasi isolator pemisah yang buruk dan faktor saat pengukuran kurang sesuai. Secara keseluruhan nilai tahanan isolasi masih bisa dikategorikan baik karena tidak melebihi standar yaitu 1 kV/1 M $\Omega$ . Angka hasil yang diperoleh saat pengukuran tahanan isolasi dibandingkan dengan batas pada tahanan isolasi seperti yang telah ditetapkan dalam buku pemeliharaan peralatan SE.032/PST/1984 yaitu: berdasarkan standard VDE (catalogue 228/4) angka terkecil atau nilai minimum tahanan isolasi saat suhu operasi dinilai “ 1 kilo Volt = 1 M $\Omega$  (Mega Ohm) “. Dengan kata lain 1 kV perlu mempunyai kapasitas mengisolasi tegangan sebanyak 1 M $\Omega$ . Berikut contoh nilai pengujian tahanan isolasi atas – tanah di fasa S pada tahun 2018 yakni sebesar 255.000 M $\Omega$  *insulation tester 5 kV*. Kapasitas tahanan isolasinya yaitu 255.000 M $\Omega$ /5 kV= 51.000M $\Omega$ /kV. Angka tercantum masih sesuai dengan standard yang ditentukan. Adapun tabel hasil kalkulasi kapasitas isolasinya dibawah ini

Tabel 4. Hasil pengujian tahanan isolasi

Titik ukur	Fasa R (M $\Omega$ )		Fasa S (M $\Omega$ )		Fasa T (M $\Omega$ )	
	2016	2018	2016	2018	2016	2018
Atas - tanah	5.200	5.200	51.000	51.000	134.000	134.000
Tengah- tanah	34.000	34.000	34.000	32.000	36.000	34.000
Bawah - tanah	49.000	49.000	15.040	32.000	15.040	49.000

Dapat dilihat dari tabel 4 bahwa setiap fasa mempunyai angka kapasitas isolasi yang beragam. Keadaan itu disebabkan situasi kepada setiap isolator. Apabila banyak kotoran yang terdapat pada isolator maka kapasitas mengisolasinya akan berkurang. Dapat dilihat jika fasa S dan fasa T memiliki kemampuan isolasi yang lebih tinggi dari fasa R, fasa R memiliki kapasitas isolasi sebesar 5.200. Secara garis besar pada tiap titik ukur terdapat perbedaan atau perubahan nilai kapasitas pada tahanan isolasi, dengan kata lain pemeliharaan pemisah yang dilaksanakan secara teratur dapat berdampak baik sehingga gangguan atau kegagalan isolasi dapat diminimalisir atau dihindari dan tahanan isolasi pemisah tetap dapat berfungsi dengan baik.

### 3.4 Pengukuran Tahanan Pentanahan

Penilaian tahanan pentanahan berfungsi agar dapat memastikan tahanan atau *grounding* celah diantara plat tembaga atau besi atau yang sudah ditimbun ke dalam tanah agar berfungsi sebagai alat yang dapat memproteksi instrumen listrik kepada gangguan petir dan hubung singkat. Dengan kata lain untuk mendapatkan nilai tahanan kepada tanah yang baik, pelat yang digunakan dipastikan harus ditimbun agar menghasilkan tahanan yang sekecil mungkin. alat ukur yang digunakan dalam menguji tahanan pentanahan yaitu *earth resistance tester*. Di bawah adalah tabel hasil pengukuran tahanan pentanahan pada tiga bay di gardu induk Gondangrejo.

Tabel 5. Hasil pengukuran tahanan pentanahan

Bay	Fasa R ( $\Omega$ )		Fasa S ( $\Omega$ )		Fasa T ( $\Omega$ )	
	2016	2018	2016	2018	2016	2018
Palur 1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Palur 2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Jajar 1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Table 6. Rekomendasi pengujian tahanan pentanahan

Nilai Tahanan Pentanahan	Evaluasi	Anjuran Lanjutan
$<1 \Omega$	Dalam kondisi yang baik	Pemeriksaan dengan cara visual
$>1 \Omega$	Timbulnya reduksi pada pentanahan pemisah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lakukan pembersihan yang diuji, yaitu kawat pentanahan termasuk mur, baut koneksi kawat pentanahan.</li> <li>2. Lakukan ulang pengujian.</li> <li>3. Jika hasil ukur tetap <math>&gt;1 \Omega</math>, lakukan rencana pembenahan sistem</li> </ol>

Berdasarkan pengujian dari data yang diambil tahanan pentanahan pada pemisah bay Palur 1, Palur 2 dan Jajar 1 dapat dikategorikan dalam kondisi baik dan tidak ditemukan anomali. Nilai pentanahan pada fasa yang terkecil dapat dianggap fasa tersebut memiliki nilai pentanahan yang terbaik. Nilai pentanahan dapat disebut makin baik apabila nilai tahanannya semakin sekecil mungkin. Berdasarkan IEEE STD 80-2000 berkenaan *guide for safety in ac substation grounding* standar nilai tahanan pentanahan yang telah ditetapkan kepada *switchgear* yaitu  $\leq 1 \text{ ohm}$ . Nilai grounding terbesar yang ada pada bay Palur 1, Palur 2 dan Jajar 1 terbilang masih cukup kecil yaitu  $0,5 \Omega$ .

### 3.4 Data Pengukuran Thermovisi

Mekanisme pelaksanaan thermovisi atau (*thermovision thermal imager*) pada pemisah berfungsi agar dapat mengetahui keadaan pemisah pada saat berbeban. Komponen pada pemisah yang akan diuji dapat diketahui pola-pola temperatur pada saat diukur. Berdasarkan pola temperatur yang didapatkan, ketidaknormalan pada komponen pemisah dapat diketahui dari hasil pengukuran yang didapatkan. Berdasarkan hasil pengujian pada komponen pemisah dengan thermovisi, evaluasi akan dilakukan apabila terdapat masalah atau persoalan yang timbul pada bagian atau komponen pada pemisah yang terindikasi dalam kondisi abnormal atau berbeda dari seharusnya, sehingga kesalahan ataupun indikasi adanya kerusakan bisa dihindari.

Table 7. Hasil pengukuran thermovisi

No	Obyek/instalasi	Suhu (°C)		Selisih suhu (°C)
		Klem saat <i>shooting</i>	Konduktor saat <i>shooting</i>	Klem terhadap konduktor
1	Kontak PMS Bus 1 Fasa R	28	24	4
2	Kontak PMS Bus 1 Fasa S	28	24	4
3	Kontak PMS Bus 1 Fasa T	29	24	5
4	Terminal PMS Bus 1 arah PMT fasa R	29	24	5
5	Terminal PMS bus 1 arah PMT fasa S	28	24	4
6	Terminal PMS Bus 1 arah PMT fasa T	28	24	4

Table 8. Rekomendasi hasil pengukuran suhu

No	Keterangan	Suhu (°C)	Rekomendasi
1	Batasan suhu klem terhadap konduktor	0 s/d 10	Kondisi baik
		>10 s/d 25	Ukur 1 bulan lagi
		>25 s/d 40	Rencanakan perbaikan
		>40 s/d 70	Perbaikan segera
		>70	Darurat
2	Batasan selisih suhu antarfasa	0 s/d 15	Kondisi baik
		>15	Perbaikan segera
3	Batasan suhu klem saat shooting	0 s/d 39	Kondisi baik
		>=40 s/d 69	Perbaikan segera
		>=70	Darurat

Dari hasil perhitungan tersebut dapat menunjukkan beberapa kondisi tindakan dalam menentukan suhunya apakah temperatur tersebut masih dalam kondisi aman atau berbahaya yaitu, kondisi suhu klem saat *shooting* masih sesuai standar, kondisi suhu konduktor saat *shooting* masih sesuai standar dan selisih suhu klem terhadap konduktor masih sesuai standar. Kondisi – kondisi tersebut dapat sebagai acuan untuk bertindak lanjuti keadaan pada sambungan peralatan yang ada di gardu induk 150 kV Gondangrejo, sehingga dapat meminimalisir kerusakan yang akan terjadi di peralatan gardu induk. Hasil pengukuran di atas dapat diketahui bahwa kondisi klem dan konduktor pada kontak maupun terminal pada pemisah masih baik, karena suhu klem saat

*shooting* kurang dari 39 °C dan selisih suhu belum melebihi 10 °C. Rekomendasi di atas berdasarkan dari PLN SK DIR 520 2014. Adapun penyebab terdapat perbedaan nilai suhu antara klem saat *shooting* dengan konduktor saat *shooting* antara lain yaitu luas penampang yang berbeda antara klem dengan konduktor lalu bahan yang di gunakan jika bahan konduktor yaitu alumunium sedangkan bahan klem adalah kaca jenis borosilikat. Kemudian kebersihan atau kendornya klem ataupun konduktor bisa jadi penyebab mengapa terdapat perbedaan nilai klem saat *shooting* dengan konduktor saat *shooting*.

#### 4. PENUTUP

Berlandaskan kalkulasi dan penguraian dari hasil data, angka dan teori yang didapat dan berkesinambungan dengan analisis hasil pemeliharaan pemisah di gardu induk 150 kV bisa disimpulkan seperti berikut:

- 1) Keadaan atau kondisi peralatan pemisah dapat dikategorikan dengan baik karena tidak ada kerusakan dari hasil pengecekan kondisi fisik peralatan pemisah.
- 2) Angka tahanan kontak pada pemisah di gardu induk 150 kV Gondangrejo yang terkecil yaitu 7,6 sedangkan yang terbesar 33,4.
- 3) Nilai tahanan isolasi pemisah di gardu induk 150 kV Gondangrejo yang terkecil yaitu 26.000 sedangkan yang terbesar 670.000.
- 4) Nilai tahanan pentanahan terbesar pemisah pada 3 bay yang ada di gardu induk 150 kV Gondangrejo adalah 0,5  $\Omega$ . Angka yang tercantum masih sesuai dengan standar yang ditentukan yakni  $\leq 1$  Ohm.
- 5) Nilai suhu hasil thermovisi di gardu induk 150 kV Gondangrejo masih terbilang cukup bagus karna nilai suhu klem saat *shooting* tidak lebih dari 39 °C dan selisih suhu klem terhadap konduktor tidak lebih dari 10 °C.
- 6) Nilai tahanan kontak terbesar pemisah pada di gardu induk 150 kV Gondangrejo yaitu 33,4. Nilai tersebut masih memenuhi standar yaitu di bawah 50  $\mu\Omega$ .

#### PERSANTUNAN

Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan syukur kepada Allah SWT yang memberikan nikmat kesempatan dan berkat rahmatnya maka laporan tugas akhir ini dapat tersusun. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :



- 1) Allah SWT, berkat kuasanya dan karunianya peneliti bisa merampungkan laporan tugas akhir.
- 2) Nabi Muhammad SAW yang sudah menjadi tauladan dan panutan yang baik bagi seluruh umatnya.
- 3) Bapak dan ibu atau orang tua serta keluarga yang telah mendukung tanpa henti, memberikan semangat, dan motivasi agar peneliti lancar dalam mengerjakan tugas akhir.
- 4) Bapak Agus Supardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang sabar dan telah banyak menolong peneliti dalam memberikan arahan dan bimbingannya sehingga peneliti bisa menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik.
- 5) Mas Daus dan aryo serta segenap pegawai di gardu induk 150 kV Gondangrejo, karena berawal dari situlah ide membuat tugas akhir ini.
- 6) Dosen Jurusan Teknik Elektro UMS yang selalu memberi motivasi dan pengetahuan tentang elektro sehingga peneliti bisa mengerjakan laporan dengan baik.
- 7) Teman-teman satu angkatan Teknik Elektro UMS, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta saran dalam penyelesaian tugas akhir ini. Terutama Tegar, Yudi Prasetya, Helmi, Eka Widya, Lianditya serta teman-teman lainnya yang tidak bisa sebutkan satu persatu.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Chen Fang, et all. (2018). A Survey Of Disconnecting Circuit Breaker's Aplication. International Conference on Smart Grid and Electrical Automation, 80-84.
- Dikio C. Idoniboyeobu, et all. (2018). Preventive Maintenance For Substation With Aging Equipment Using Weibull Distribution . American Journal of Engineering Research (AJER), 106-112.
- Hongkai Chen, et all. (2017). Computer Vision-Based Detection And State Recognition For Disconnecting Switch In Substation Automation . International Journal of Robotics and Automation, 1-12.
- M.S.Sivagamasundari, et all. (2013). Maintenance Of Connectors And Disconnectors In The EHV System. *International Journal of Advanced*

*Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 2221-2226.

SKDIR 114.K/DIR/2010,2010, *Himpunan Buku Petunjuk Batasan Operasi Dan Pemeliharaan Penyaluran Tenaga Listrik - Buku Pedoman Pemeliharaan Pemisah* No dokumen : 7-22/ HARLUR-PST/2009, PT PLN (Persero), Jakarta. Indonesia

Tim Pelatihan Operator Gardu Induk. 2002. Pengantar Teknik Tenaga Listrik. PT PLN (Persero) UBS P3B.